
Sistema de ejercicios y problemas de Matemática para la carrera de Ingeniería Agrónoma.

Autores:

Dr.C. María Isabel Machado Solano. mmachados@udg.co.cu

MSc. Marlene Leyva Martínez. mleyvam@ucp.co.cu

Dr.C. Guillermo Bello Rodríguez. gbellor@ucp.co.cu

Universidad de Granma.

Recibido: 6/04/16 Aceptado: 21/5/16

Resumen:

Para lograr la formación de Ingenieros Agrónomos capaces de desplegar su actividad en la producción moderna se hace necesario organizar la preparación ininterrumpida de los estudiantes en el campo de las matemáticas. En las clases de Matemática I para esta carrera se evidencia insuficiente profesionalización de los contenidos de la disciplina con el objeto social y esferas de la profesión, es decir, es insuficiente el aprovechamiento de los procesos y fenómenos objeto de estudio de esta carrera para desarrollar, a través de ellos, los contenidos de las diferentes asignaturas de la Matemática, es por ello que este trabajo tiene como objetivo la elaboración de un sistema de ejercicios y problemas de Matemática I contextualizados a la carrera de Agronomía, en función de favorecer la formación integral del ingeniero agrónomo. El sistema de ejercicios se utilizó en el primer semestre de actual curso con los estudiantes del primer año de esta carrera con resultados satisfactorios.

Palabras claves: problemas matemáticos, contenidos, sistema de ejercicios, ingeniero agrónomo.

A system of exercises and Mathematical problems for students majoring in Agronomical Engineering.

Abstract:

To achieve the training of agronomical engineers that are able to perform their role in modern production it is necessary to organize the continuous preparation of the students in the field of mathematics. In the classes of Mathematics I that are taught in this career it is evident the insufficient contextualization of the contents of the discipline within the social object and field of the profession; that is, it is still insufficient the use of the processes and phenomena object of study of this career to develop the contents of the different subjects of the discipline Mathematics. For this reason the current article is aimed at designing a system of exercises and problems for Mathematics I that were contextualized for the students majoring in Agronomy, in order to favor the agronomical engineer's wholesome training. The system of exercises was used in the first semester of the last academic year with the students of the first year of this career with satisfactory results.

Keywords: mathematical problems, contents, system of exercises, agronomical engineer.

Introducción

La agricultura constituye la base fundamental de la economía cubana, porque las condiciones favorables del suelo y del clima nos permiten cultivar durante todo el año. Por consiguiente se impone la necesidad de buscar en la rama agrícola, todo el potencial de riqueza que ella brinda, con un objetivo principal: alcanzar un alto nivel de desarrollo que nos permita satisfacer todas las necesidades de consumo y exportación.

Lograr este objetivo resulta imposible sin el trabajo y dedicación del personal encargado de garantizar la producción agrícola, en la que el ingeniero agrónomo es determinante pues debe ser capaz de dirigir integralmente los procesos productivos, y desempeñarse satisfactoriamente en las unidades organizativas de base donde se realiza la producción agropecuaria, de manera que esté en condiciones de dar solución a los complejos problemas que se presentan en las unidades básicas productivas.

Para lograr la formación de Ingenieros Agrónomos capaces de desplegar su actividad en la producción moderna se hace necesario organizar la preparación ininterrumpida de los estudiantes en el campo de las matemáticas, específicamente en la Modelación Matemática, *entendida como el proceso mediante el cual un ingeniero o un investigador diseña y construye un modelo que representa un objeto o sistema real, siendo una herramienta para resolver determinados problemas.* (Ortega Díaz, R. A.)

Es por todo lo descrito anteriormente que queda sustentada la importancia que tiene el uso de los modelos en la formación del Ingeniero Agrónomo, para poder establecer relaciones entre variables, analizar comportamiento de funciones, describir fenómenos conocidos o por establecerse, llegar a resultados en términos cuantitativos y cualitativos, tomar decisiones y seleccionar alternativas de solución más adecuadas.

Sin embargo, la Matemática en los diferentes niveles de enseñanza y no queda excepto el nivel superior, es un proceso complejo que requiere de una atención sistemática en función de garantizar la motivación en los estudiantes premisa indispensable para lograr la asimilación de los contenidos que se imparten.

Materiales y métodos

La investigación comenzó con la revisión del control horizontal de la Secretaría de la facultad de Ingeniería Agrícola con el objetivo de revisar los resultados obtenidos por la asignatura Matemática I en el último quinquenio.

Se aplicó una observación a los estudiantes durante las primeras semanas del presente curso para conocer el estado del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en la carrera de Ingeniería Agrónoma.

Al mismo tiempo se aplicó una entrevista a miembros del Consejo de dirección de la Facultad CINE, con el objetivo de analizar los factores que inciden en las insuficiencias presentadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por otro lado se realizó una búsqueda bibliográfica para constatar los criterios de los autores que han investigado el tema de la enseñanza de la Matemática en la Educación Superior.

Se realizó un estudio profundo del programa de la asignatura, para determinar qué tipos de relaciones se pueden establecer entre sus contenidos. Después de realizar este estudio se procedió a analizar el plan de estudio de la carrera para determinar las asignaturas que tienen un mayor vínculo con la Matemática, así como también se toma en cuenta el Modelo del profesional para conocer los contextos de actuación del Ingeniero Agrónomo y a partir de ello vincular los contenidos de la asignatura con los procesos inherentes a esta carrera.

Luego de realizar estos análisis se procedió a preparar los sistemas de clases:

Las clases del tema 1 se desarrollan en forma de repasos para recordar los conceptos y procedimientos de la Matemática básica, que sirven de base a los nuevos contenidos que se introducen en la carrera.

Para introducir el tema II se comenzó con la solución de sistemas de ecuaciones lineales a través de diferentes métodos. (Determinante, Gauss)

Resultados

En la revisión del control horizontal de la Secretaría de la facultad de Ingeniería Agrícola en el último quinquenio se evidenció la incidencia de esta en los bajos resultados en el aprendizaje de los estudiantes en la carrera, como se refleja en la tabla siguiente:

Curso escolar	Matrícula	Suspensos	Solo en Mat.	Aprobados en arrastre
2010-2011	54	17	5	3
2011-2012	12	1	-	1
2012-2013	32	11	4	3
2013-2014	83	10	-	0
2014-2015	89	22	5	-

En la observación realizada a los estudiantes durante las primeras semanas del curso se evidencia que persisten insuficiencias en el aprendizaje, entre las que se encuentran:

- Falta de dominio de los conceptos matemáticos básicos y los procedimientos para la solución de ecuaciones, inecuaciones, sistemas de ecuaciones.
- Pocas habilidades para el análisis y resolución de problemas.
- Deficiente capacidad de aplicación de los contenidos puramente matemáticos para la resolución de problemas vinculados con su especialidad.
- No aplican los conocimientos adquiridos a situaciones de la realidad o del contexto en que se desempeñan.
- En muchas ocasiones no se entiende el significado, de dónde salen, ni para qué les sirven los conceptos, teoremas y fórmulas de la matemática.
- La matemática es percibida como un obstáculo para poder llegar a graduarse.

En entrevista realizada a miembros del Consejo de dirección de la Facultad, estos declaran que los factores que inciden en las insuficiencias presentadas se centran fundamentalmente en:

En las clases de Matemática se evidencia descontextualización de los contenidos de la disciplina con el objeto social y esferas de la profesión, es decir, es insuficiente el aprovechamiento de los procesos y fenómenos objeto de estudio de esta carrera para desarrollar, a través de ellos, los contenidos de las diferentes asignaturas de la Matemática.

Además, no siempre está esclarecido cuál es el papel de la Matemática y cuáles son sus funciones formativas en correspondencia con el modelo del profesional, por eso muchos estudiantes tienen falta de motivación por las asignaturas de la disciplina, pues las consideran muy complejas, abstractas y desvinculadas de su futura actividad laboral.

Todo lo antes referido evidencia que existen insuficiencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en la carrera de Ingeniería Agrónoma.

El problema antes referido nos permite declarar como objetivo la búsqueda de alternativas que propicien cambios en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática I en la carrera Ingeniería Agrónoma en función de favorecer la formación integral del profesional de esta carrera.

En la búsqueda bibliográfica realizada se pudo constatar que son varios los autores que han investigado el tema de la enseñanza de la Matemática en la Educación Superior entre los que se destacan: Utra Hernández, M. y Acosta González, R. (2001), Mazarío Triana, I. (2002), Ortega Díaz, R. (2002), González Dosil, M. C. (2006) Escalona Reyes, M. (2011), Bravo Estévez, M. L. (2013), Chávez Esponda, D. (2013), Torres Rodríguez, G. de los A. y Anta Vega, J. M. (s/a).

A pesar de lo valioso de estas aportaciones se considera que aún son escasos los materiales bibliográficos relacionados con la Didáctica de la Matemática Superior, en particular para la carrera de Ingeniería Agrónoma. Uno de los artículos más completos sobre la enseñanza de la Matemática I lo ofrece Mazarío Triana, I. (2002) en su tesis doctoral en la que centra su atención en la resolución de problemas en las asignaturas Matemática I y II para la carrera Agronomía, no obstante al realizar un análisis de un estudio fáctico se evidenció que es insuficiente el número de problemas que respondan al perfil del Ingeniero agrónomo pues de los 33 problemas propuestos, solo 6 respondían a un problema de la práctica del ingeniero agrónomo pero no con datos reales sino con supuestas empresas agrícolas o áreas de cultivo.

1. Un niño lanza un balón verticalmente hacia abajo desde la ventana de un edificio y golpea la tierra unos segundos después. ¿Cuál es la velocidad inicial del balón?
2. Un hueso fosilizado es encontrado y contiene 1/1000 de la cantidad original de C-14. Determine la edad del fósil.
3. Una pelota que se lanza directamente hacia arriba se mueve según la ley: $S=20t - 4t^2$. Si S se mide en metros y t en segundos halle:
 - a) Su velocidad al cabo de 2 s.
 - b) Su altura cuando su velocidad se anule.
4. Al medir un bloque paralelepípedo de madera, han resultado, para sus dimensiones, los valores 12, 15 y 21 cm respectivamente con un error probable de 0,05 cm en cada una. Hallar aproximadamente, el máximo error que se puede cometer al evaluar el área total del bloque.

5. En una fábrica se necesitan depósitos cilíndricos (sin tapa) de 13 m de capacidad. ¿Qué dimensiones deberán tener los depósitos para que el costo del material con que se fabriquen se reduzca al mínimo?

Al asumir la responsabilidad de impartir la asignatura, se asumió la tarea de impartirla de manera que tuviera un significado claro para los estudiantes, por lo que se enfatizó en la vinculación de los contenidos de la asignatura con la carrera para lo que primero se realizó un estudio profundo del programa de la asignatura, para determinar qué tipos de relaciones se pueden establecer entre sus contenidos.

TEMAS	Contenidos
I- Matemática Básica.	<p>Dominio y valor numérico de una expresión algebraica una vez simplificada.</p> <p>Resolución de problemas sobre la factorización de expresiones polinómicas.</p> <p>Solución de ecuaciones e inecuaciones.</p>
II-Algebra Vectorial.	<p>Matrices. Determinante. Solución de sistema de ecuaciones lineales.</p> <p>Espacios vectoriales sobre \mathfrak{R}^n como espacio vectorial sobre \mathfrak{R}. Combinación lineal. Dependencia e independencia lineal. Concepto de campo vectorial.</p> <p>Operaciones entre vectores de \mathfrak{R}^n (suma, producto por un escalar, producto vectorial y escalar). Norma de un vector.</p> <p>Problemas de aplicación.</p>
III- Límite y Continuidad.	<p>Límites de funciones escalares de una variable.</p> <p>Límites fundamentales. Indeterminaciones.</p> <p>Continuidad y discontinuidad de una función escalar de una variable.</p> <p>Puntos de discontinuidad.</p>
IV- Cálculo Diferencial.	<p>Reglas de derivación. Derivadas de funciones compuestas. Derivadas de orden superior.</p> <p>Cálculo de límites aplicando la Regla de L'Hospital.</p> <p>Extremos de funciones de una variable.</p> <p>Concavidad y convexidad, puntos de inflexión y asíntotas.</p> <p>Trazado curvas.</p>
V- Cálculo Integral.	<p>Integral indefinida. Propiedades. Integración inmediata. Métodos de integración (cambio de variable y por parte). Manejo de tablas.</p> <p>Integral definida. Teoremas fundamentales. Métodos de</p>

	integración. Integración numérica. Integrales impropias de primera especie.
--	---

Después de realizado el estudio del programa se procedió a analizar el plan de estudio de la carrera para determinar las asignaturas que tienen un mayor vínculo con la Matemática, así como también se toma en cuenta el Modelo del profesional para conocer los contextos de actuación del Ingeniero Agrónomo y a partir de ello vincular los contenidos de la asignatura con los procesos inherentes a esta carrera.

Núcleos Básicos	Disciplinas de la especialidad:
Algebra Vectorial	Física, Química, Práctica Agrícola I
Límite y continuidad de funciones	Química general, Física I, Botánica, Práctica Agrícola I
Calculo diferencial e integral	Física, Química, Botánica, Práctica Agrícola I

Los problemas propuestos para el tema 1 a través de diferentes métodos son los que siguen:

Una empresa cuenta con 17ha para desarrollar 3 cultivos, además dispone de 54 h-d de fuerza de trabajo calificada, 37 t de fertilizantes y la producción total estimada es de 118 t. A continuación se muestran otros datos del proceso productivo.

INDICADORES	Cultivos		
	A	B	C
F. Trabajo (h-d/ha)	3	2	4
Fertilizante (t/ha)	2	1	3
Rend. (t/ha)	7	5	8

- Determine el plan de siembra.
- ¿Cuántas toneladas se deben producir de cada cultivo?
- ¿Cuántas toneladas de fertilizantes se utilizarán en el cultivo C, qué % representa del total disponible?

El trabajo con las matrices no solo se usa en la vida práctica en la solución de problemas pues cuando se hace referencia a la imagen se está en presencia de una matriz de puntos, estos puntos en su totalidad van a constituir la imagen. A estos puntos de la matriz se les llama píxeles. (Informática)

En la agricultura que es la carrera que nos ocupa las imágenes ayudan a comprender el desplazamiento de la vegetación, plagas e incendios forestales. Esto implica también comparación y análisis de diferentes zonas con un clima adecuado para la expansión de la producción agrícola.

En la conferencia 2, al introducir el concepto vector tanto en el plano como en el espacio se parte de la representación de los sistemas de coordenadas, en el espacio al trazar el eje z, su dirección está determina por la Regla de la Mano derecha. (Física)

La velocidad del viento es un vector, porque tienen magnitud, dirección y sentido.

En el tema III

En la primera conferencia se comienza haciendo referencia a que cuando los estudiantes culminen su carrera en su desempeño con frecuencia van a necesitar calcular el área de los terrenos para poder determinar los planes de producción y el estimado de la cosecha en dependencia de los cultivos.

Se ejemplifica el caso de la siembra de arroz en las terrazas y la irregularidad de las áreas de cada una de ellas a partir de que los diques forman figuras curvas por la necesidad de que el agua llegue de manera uniforme a cada una de ellas, lo que garantiza que estas se aneguen de forma correcta lo que trae consigo una germinación adecuada de las semillas.

Los límites se utilizan para estimar que tan rápido se enfría una sustancia al separarse de una fuente de calor, para explicar qué significa lo que indica el velocímetro de un automóvil.

La segunda conferencia se inicia planteando que las funciones están presentes en la cotidianidad, algunos procedimientos de nuestra vida son totalmente descriptibles por fórmulas matemáticas y recordemos que la descripción de los fenómenos físicos es apenas una aproximación en la que se usa un modelo matemático que, usualmente, se compone de ecuaciones que describen funciones. Los fenómenos físicos suelen ser continuos. Por ejemplo, el desplazamiento o la velocidad de un vehículo varían en forma continua con el tiempo, como pasa con la estatura de una persona.

Se analizan ejemplos de procesos continuos en la carrera:

- El proceso de germinación de las semillas.
- Crecimiento de las plantas.
- Ciclo de producción de un cultivo.

Actividades como la estimación de ventas en una cooperativa de producción agropecuaria, empresa de cultivos varios o el crecimiento de ganado en una granja, en donde se haya detectado un patrón que describe la forma en que se modifican estos fenómenos, dicho patrón puede ser expresado por medio de funciones que, además de describir, pueden predecir los cambios que se presentarán a un tiempo determinado.

En el tema IV

La primera conferencia comienza con el análisis de situaciones como:

- El conductor de una máquina cortadora de arroz desea conocer su velocidad de corte en un momento determinado (la razón de la velocidad respecto al tiempo)
- Un obrero agrícola desea saber la rapidez con que se esparce una plaga en un cultivo el cual depende de la cantidad de factores ambientales que intervienen y la manera que reaccionen las plantas ante la plaga.
- Y el ingeniero agrónomo, desea saber la calidad de un cultivo el que depende de la cantidad y tipo de fertilizante que se le aporta a la tierra, y la frecuencia de agua que se le proporciona al cultivo en la primera etapa.

Todas estas razones de cambio son casos especiales de una idea matemática. LA DERIVADA.

La derivada se aplica en la construcción de curvas y solución de problemas de optimización.

Se resuelven problemas:

1. Una partícula se mueve a lo largo de una línea recta con la ecuación del movimiento $s = f(t)$, donde s se mide en metros y t en segundos. Encuentre la velocidad cuando $t=2$.
2. Una población de moscas crece en un gran recipiente. El número de moscas P , en cientos, a las t semanas está dado por $P = 12t^2 - t^4 + 5$. ¿Cuándo deja de crecer la población? ¿En qué intervalos de tiempo es positiva o negativa la tasa de crecimiento de la población?
3. La función $y = 50 + 200x - x^2$ representa la relación existente entre la aplicación de fertilizantes y el rendimiento en un cultivo de papas.
 - x – kg de fertilizantes aplicados
 - y – rendimiento obtenido en quintales por hectáreas cultivadas
 - a) Trace la curva de la función y .
 - b) ¿Cuál será el rendimiento máximo? ¿Con qué cantidad de fertilizantes se obtiene?
 - c) Si $x = 110$ kg. ¿Qué sucede con el rendimiento? ¿Por qué?
 - d) ¿Cuándo se hace nulo el rendimiento?
 - e) Tendría sentido aplicar una dosis de 300 kg de fertilizantes? ¿Por qué?

De manera general se aplican a todas las disciplinas de perfil agrícola los problemas de encontrar valores óptimos de procesos, es aplicable este método a problemas de transporte, distribución de tierras y explotación de un parque de maquinarias.

La solución de sistemas de ecuaciones lineales, es utilizada en el mundo entero para la optimización de procesos, simulación (Caña, 1992), cálculo de matrices de riesgo y determinación de factores de eficiencia.

El cálculo del pH de los suelos conociendo la concentración de Hidronio conduce a la ecuación de una función de gran utilidad para el estudio de características de los suelos así como el proceso inverso.

Las curvas, permiten establecer la relación entre el rendimiento de los cultivos y los nutrientes.

En el tema V

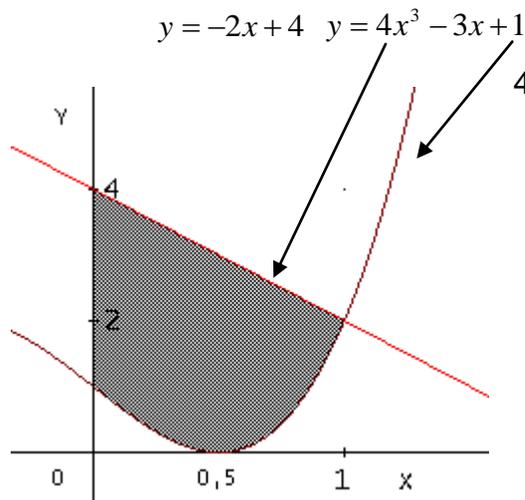
La aplicación fundamental se encuentra en el cálculo de áreas de regiones planas, contenido este que es significativo para el desempeño profesional del Ingeniero Agrónomo.

El cálculo de áreas de terrenos de forma irregular a partir de mediciones en el campo y el cálculo del índice de crecimiento de una planta utiliza herramientas del cálculo diferencial e integral.

1. Se quiere fertilizar un terreno cuya superficie se encuentra limitada por la curva representada por la ecuación $y = x^2 - 2x$ y por la recta $x + y = 2$. ¿Cuántas toneladas de fertilizante se necesitan si el cultivo requiere de 2t/ha?
2. Para el desarrollo de una variedad de tomate se requiere 12h-d/ha. ¿Cuál será la fuerza total de trabajo a emplear si se desea sembrar el área limitada por las curvas

$$y = y^2 - 2y \quad y \quad x = -y^2 + 4$$

3. ¿Cuántos m^3 de agua para el riego se necesitarán para regar el área sombreada, si la norma del cultivo a desarrollar es de 120 m^3/ha ?



4. En una granja ganadera un cuartón destinado a la cría de cerdos posee contornos limitados por las siguientes ecuaciones $y = 6 + 4x - x^2$ y $y = 2x - 2$. Se desea conocer cuántos cerdos se podrían criar en total, conociendo que por cada 2 m^2 del cuartón se admiten 3 animales.

a) Represente gráficamente la función expresada por la ecuación cuadrática, si se conoce que los interceptos con el eje x son: $x = -1,16$ y $x = 5,16$.

5. En una empresa de Cultivos Varios se realizó un experimento de campo para conocer el comportamiento del rendimiento de un cultivo por la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno. Después de analizar los datos obtenidos se concluyó que la curva que más se ajustó a la realidad fue de tipo parabólico: $R = 1,5 + 4,4231x - 0,1011x^2$ donde R representa el rendimiento y x el nutriente aplicado. Calcule la dosis óptima económica de nitrógeno a aplicar para que el rendimiento sea máximo, si se conoce que el precio de unidad de producto agrícola que se obtiene varía según se comporte el costo de la unidad de nutriente que se aplica. En este caso esa relación es igual a 3.
6. En una fábrica de arados se recibirán láminas de acero en forma de segmento parabólico: $y = x^2$ y de altura 25 metros. Estas láminas se utilizan en el proceso productivo para la elaboración de discos, por lo que es necesario determinar el total de materia prima a recibir si la entrega es de 100 láminas, así como la longitud del arco parabólico para decidir por problemas de espacio disponible, el almacén donde se ubicarán.

Discusión

La Matemática, que está subordinada a la de la carrera en lo que respecta a presentar precisamente aquellas de sus temáticas que encuentran aplicación en la Agronomía, pero, tiene que respetar su lógica interna, en el sentido de que no se puede hacer optimización, sin derivadas, ni derivadas sin límites, ni éstos sin funciones, y así sucesivamente. Tal situación es una característica esencial de la disciplina Matemática para carreras no matemáticas.

Atendiendo a esto último es erróneo pretender, como a veces se hace, articular y buscarle una salida a cada resultado que se presenta en la Matemática con un campo de acción específico de la Agronomía. Lo que sí debe hacerse, por supuesto, es no perder de vista que es Matemática para agrónomos y no otra cosa, y bajo esta consideración, entonces estructurar el proceso docente.

Así, por ejemplo, la presencia ya mencionada de la Física en el plan de estudios de Agronomía puede servir para justificar, por sí misma, más allá de algún otro argumento,

todo ese instrumental matemático: Derivadas, Integrales, Ecuaciones Diferenciales y Algebra Lineal, ¡Todos! podrían tener una explicación dentro de la Matemática para Agrónomos en términos de esta Disciplina. Como es conocido, es alto el componente Físico en Ciencias del Suelo, Agrometeorología, Mecanización, Riego y Drenaje,.... ¿Quién podría explicar la Física sin la Matemática?

Los Sistemas de Ecuaciones Lineales han estado presentes dentro de la disciplina Matemática para Agronomía en todas las versiones anteriores de planes de estudio, junto con la Física. Ellos encuentran aplicación en el estudio de la corriente en los circuitos eléctricos, en lo que se refiere a las principales leyes que los gobiernan: nos estamos refiriendo, por supuesto, a las conocidas leyes de Kirchoff, que encuentran una formulación o expresión matemática en términos de SEL determinados.

Conclusión

La ya mencionada aplicación de la derivada a problemas de optimización exige, en algunos de ellos, la consideración y resolución de sistemas de este tipo, como consecuencia de la aplicación de las condiciones necesarias para la existencia de extremos para el caso de funciones de dos o más variables, tanto en problemas de óptimo condicionado, como en los de extremos libres. En particular, las fórmulas que dan los valores de los coeficientes en los ajustes a funciones polinomiales provienen de la solución del correspondiente sistema de ecuaciones lineales.

BIBLIOGRAFÍA

- Bravo Estévez, M. L. [et al]. Resultados de un proyecto investigativo en Matemática para ingeniería. Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”. I CEMACYC, República Dominicana, 2013.
- Chávez Esponda, D. [et al]. La Matemática: una herramienta aplicable a la Ingeniería Agrícola en Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias vol.22 no.3 San José de las Lajas set. 2013.
- Escalona Reyes, M. (2011). El perfeccionamiento de la enseñanza de la Matemática en la Educación Superior. Su concreción en las carreras de ingeniería en la Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya”, en Revista Iberoamericana de Educación / Revista Iberoamericana de Educação, n.º 56/4 – 15/11/11. Cuba
- González Dosil, M. C. (2006). Propuesta didáctica para la aplicación de la enseñanza basada en problemas a la formación semipresencial en la disciplina de geometría Instituto Superior Pedagógico “Enrique José Varona”. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Ciudad de la Habana.
- Mazarío Triana, I. (2002). La resolución de problemas en la Matemática I y II de la carrera de Agronomía. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad de Matanzas.
- Ortega Díaz, R. A. Monografía: Experiencias metodológicas en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la Matemática. www.monografias.com.
- Torres Rodríguez, G. de los A., Anta Vega, J. M. El perfeccionamiento de la educación superior y su repercusión en la enseñanza de las matemáticas en las carreras técnicas. Departamento de Matemática, Facultad de Ingeniería Mecánica, ISPJAE, La Habana, Cuba.
- Utra Hernández, M., Acosta González, R. La Programación Lineal en la Formación de Ingenieros Agrónomos en la Universidad Cubana. Pedagogía Universitaria 2001 Vol. 6 No. 2.